AMAZONIANA XIX (3/4): 199-208 Kiel, June 2007

Anatomia de cinco espécies de macrófitas aquáticas e sua importância para *Cornops aquaticum* (Orthoptera, Acrididae, Leptysminae)

by

M.R.T. Boeger & J. Adis

Prof. Dr. Maria Regina Torres Boeger, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 19031, Centro Politécnico, 81.531-990 Curitiba/PR, Brasil; e-mail: rboeger@ufpr.br
Prof. Dr. Joachim Adis, Tropical Ecology Working Group, Max-Planck-Institute for Limnology, Postfach 165, 24302 Plön, Alemanha; e-mail: adis@mpil-ploen.mpg.de
(Accepted for publication: March, 2007).

Anatomy of five aquatic macrophytes and its influence on *Cornops aquaticum* (Orthoptera, Acrididae, Leptysminae)

Abstract

The anatomy of leaves, petioles and/or stems in five species of aquatic macrophytes (*Eichhornia crassipes, E. azurea, Pontederia cordata* (Pontederiaceae), *Sagittaria montevidensis* (Alismataceae) and *Ludwigia peploides* (Onagraceae)) were evaluated in respect to alimentation and oviposition of the grasshopper *C. aquaticum*. Plants were collected at Curitiba, Brazil and Corrientes, Argentina. Leaves and petioles, previously fixed in FAA 70, were prepared according to standard techniques of Scanning Electron Microscopy. Except for *L. peploides*, leaves and petioles of the studied species presented well developed aerenchyma. The stoloniferous stem of *L. peploides* had an aerenchymatous cortex but the medulla was compact. The petioles were poorly developed. Based on plant morphology, the species studied can potentially serve for alimentation and, except *L. peploides*, for oviposition of *C. aquaticum*. However, the preference of this grasshopper for Pontederiaceae species appears to involve other factors than anatomical characteristics, which need further investigation.
Keywords: **Leaf, petiole, anatomy, grasshopper, macrophytes, water hyacinth.**

Resumo

A anatomia das folhas, pecíolos e/ou caule de cinco macrófitas aquáticas (*Eichhornia crassipes, E. azurea, Pontederia cordata* (Pontederiaceae), *Sagittaria montevidensis* (Alismataceae) and *Ludwigia peploides* (Onagraceae)) foram avaliadas em relação à alimentação e oviposição do gafanhoto *C. aquaticum*. As plantas foram coletadas em Curitiba, Brasil e Corrientes, Argentina. Folhas e pecíolos, previamente fixados em FAA 70, foram preparadas de acordo com as técnicas usuais para Microscopia Eletrônica de Varredura. Exceto para *L. peploides*, as folhas e pecíolos das espécies estudadas apresentam aerênquima bem desenvolvido. O caule estolonífero de *L. peploides* possui cortex aerenquimático, mas a medula é compacta. Os pecíolos são pobremente desenvolvidos. Baseado na morfologia das plantas, as espécies estudadas potencialmente podem servir de alimentação e, exceto *L. peploides*, para a oviposição de *C. aquaticum*.

ISSN 0065-6755/2007/199/

Entretanto, a preferência deste acidídeo por espécies de Pontederiaceae, aparentemente, envolve outros fatores além das características anatômicas que necessitam de investigações futuras.

Introdução

Cornops aquaticum (BRUNER) (Acrididae: Orthoptera) é uma espécie neotropical, associada às populações de macrófitas aquáticas flutuantes, principalmente *Eichhornia crassipes, E. azurea* e *Pontederia cordata*, as quais têm alta dominância em corpos d'água naturais e artificiais (ADIS & JUNK 2003; ADIS et al. 2004). A especificidade deste inseto sobre estas plantas poderá ser relacionada com a presença do tecido aerenquimático que proporciona ótimas condições de oviposição e desenvolvimento dos ovos (HILL & OBERHOLZER 1999; FRANCESCHINI et al. 2005).

A distribuição destas macrófitas aquáticas na America do Sul é variável. *E. crassipes* domina a região norte e propaga-se principalmente por reprodução assexuada (clonal). *E. azurea* domina a região sul e sudeste e propaga-se principalmente por sementes (ADIS et al. 2004). No entanto, outras macrófitas aquáticas ocorrem juntamente com as espécies de *Eichhornia*. *Pontederia cordata*, na América do Sul, ocorre na Argentina, Colômbia e no Brasil desde a região norte até o norte da Região Sul (Paraná) (SANCHES et al. 2000) e propaga-se por meio de sementes e vegetativamente (LORENZI 2000). *Sagittaria montevidensis* ocorre nas regiões subtropicais da América do Sul, sendo que no Brasil é encontrada na Amazônia e Centro-Sul. Propaga-se por sementes e touceiras e é indicadora de ambientes eutrofizados (POTT & POTT 2000). *Ludwigia peploides* apresenta distribuição pantropical, ocorrendo em toda a América Central e do Sul. Propaga-se facilmente por propágulos e por sementes. Considerada espécie invasora, formando tapetes flutuantes que podem bloquear margens dos cursos d'água (POTT & POTT 2000).

Vários estudos indicam que *C. aquaticum* em *E. crassipes* ou *E. azurea* exibem plasticidade fenotípica a respeito de ciclos reprodutivos. Essa variação poderá ser associada ao tipo de reprodução da planta hospedeira e as condições abióticas diferenciadas onde estas plantas ocorrem (ADIS et al. 2004). Em *E. crassipes*, as fêmeas de *C. aquaticum* preferem realizar suas posturas nos pecíolos longilíneos das plantas flutuantes do que nos pecíolos globosos (BISCAIA DE MEDEIROS 1984).

Apesar de se encontrar na literatura descrições detalhadas dos órgãos vegetativos de algumas destas espécies de macrófitas aquáticas (SCULTHORPE 1985; BOEGER 1997; GONZALEZ 2002), pouco se sabe da influência da anatomia das plantas a respeito de oviposição e alimentação de *C. aquaticum*. Assim, este trabalho teve como objetivo comparar a estrutura do limbo foliar e do pecíolo de quatro espécies de macrófitas aquáticas (*Eichhornia crassipes, E. azurea, Pontederia cordata, Sagittaria montevidensis*) e o limbo foliar e o caule de *Ludwigia peploides*, para avaliar a potencialidade destas espécies nas atividades reprodutivas e alimentares deste acridídeo.

Material e métodos

Pecíolos e folhas de *Eichhornia crassipes* (MART.) SOLMS-LAUBACH foram coletadas no Complexo do Rio Iguaçu, Curitiba/PR, Brasil (25°31'49"S, 49°13'23"O). *Eichhornia azurea* (SW.) KUNTH e *Ludwigia peploides* (KUNTH) P.H. RAVEN (Onagraceae) foram coletadas na Lagoa Pampín, Corrientes, Argentina (27°30'S, 58°45'O) e *Pontederia cordata* L. (Pontederiaceae), e *Sagittaria montevidensis* CHAM. & SCHLTDL. (Alismataceae) nas proximidades da Ilha Brasileira, Dep. San Fernando, Chaco, Argentina (27°19'S, 58°46'O), áreas de ocorrência de *C. aquaticum*. Os segmentos dos limbos foliares, pecíolos e caule foram fixados em FAA 70. Posteriormente, o material vegetal foi desidratado em série etílica

crescente até etanol absoluto e seco, via ponto crítico, com CO_2, em equipamento Bal-Tec CPD 030. As amostras foram montadas em suporte metálico, fixadas com uma mistura de esmalte incolor e grafite e metalizadas com ouro, a vácuo, em equipamento Balzers Union FL 9496 SCD 030. As observações e fotografias foram realizadas em Microscópio Eletrônico de Varredura Jeol (JSM 6360 LV), no Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR. Para a análise em microscopia óptica, o material vegetal, após fixação, foi seccionado transversalmente com lâmina de barbear, clarificado em hipoclorito de sódio 10 %, corado com azul de toluidina 1 % solução aquosa, montado em gelatina glicerinada (KRAUS & ARDUIM 1997) e vedado com esmalte de unha incolor.

Resultados

A morfologia das folhas e dos pecíolos de *E. crassipes, E. azurea* e *P. cordata* é bastante semelhante. As folhas são revestidas por epiderme uniestratificada, onde ocorrem estômatos tanto na face adaxial como na abaxial (Fig. 2). O mesofilo é isobilateral, com a ocorrência de parênquima paliçádico em ambas as faces. As lacunas concentram-se na região mediana da folha, assim como os feixes vasculares, que são envolvidos por uma endoderme. As folhas não apresentam tecido esclerenquimático.

O pecíolo também possui uma epiderme uniestratificada, cujas células são revestidas por uma cutícula, que se torna levemente estriada em torno dos estômatos (Fig. 3), quando observada em vista frontal. Os estômatos são escassos, mas estão presentes tanto no pecíolo quanto no limbo.

As lacunas que compõem o aerênquima da folha e do pecíolo, nas duas espécies de *Eichhornia*, variam de tamanho e forma, no mesmo órgão (Fig. 7). Os feixes vasculares apresentam padrão de distribuição disperso. As lacunas são delimitadas nas suas duas extremidades por diafragmas (Figs. 11, 15, 16) que, por sua vez, são compostos por células braciformes (Figs. 15, 17) e comunicam as lacunas. Os diafragmas apresentam uma grande quantidade de cristais de oxalato de cálcio longos e pontiagudos (Figs. 12, 16, 18), denominados de estilóides, sendo estes parcialmente expostos em ambas as faces do diafragma. Células globosas também são freqüentemente encontradas nos diafragmas (Figs. 13, 16-18) das folhas dos pecíolos.

O pecíolo de *P. cordata* apresenta uma organização interna diferente das demais espécies de Pontederiaceae. Este órgão é limitado por uma epiderme uniestratificada. Internamente à epiderme ocorre aerênquima, composto por grandes lacunas, e feixes vasculares dispersos. As lacunas são delimitadas nas suas extremidades por diafragmas. A região cortical delimita uma grande lacuna central que também apresenta diafragma (Fig. 9). Nesse diafragma é possível observar células globosas entre as células braciformes (Fig. 13), semelhantes às encontradas em *E. crassipes* e *E. azurea*.

Sagittaria montevidensis possui limbo com epiderme uniestratificada, com estômatos nas duas faces (Fig. 6) e mesofilo isobilateral com um maior número de camadas do parênquima paliçádico voltado para a face adaxial (Fig. 4). Em função da organização do mesofilo, as folhas são espessas e macias, como as folhas de pontederiáceas. Ocupando a porção mediana inferior da lâmina foliar, ocorrem grandes lacunas delimitadas por diafragmas e os feixes vasculares. As lacunas não são tão pronunciadas como nas espécies de Pontederiaceae. O pecíolo é semelhante, em organização, aos pecíolos de *E. azurea* e *E. crassipes* (Fig. 8). Este órgão, em secção transversal, é formado por epiderme uniestratificada e aerênquima, onde ocorrem os feixes vasculares dispersos. As lacunas são grandes e delimitadas por diafragmas.

O limbo das folhas de *L. peploides* são mais finas quando comparadas com as demais espécies, revestidas por epiderme uniestratificada, com estômatos nas duas faces

(Fig. 5). O mesofilo dorsiventral não mostra lacunas e é formado por duas a três camadas de parênquima paliçádico que ocupam cerca de dois terços da lâmina foliar em secção transversal (Fig. 1). O parênquima lacunoso restringe-se a poucas camadas celulares e é voltado para a face abaxial. Os feixes vasculares localizam-se entre os dois parênquimas clorofilianos. Os pecíolos são bastante curtos e diminutos. Devido a pouca ocorrência de tecidos de sustentação, as folhas não são coriáceas.

O caule estolonífero de *L. peploides* é revestido por uma epiderme uniestratificada, com cutícula pouco espessa que delimita um córtex aerenquimático. As camadas mais externas do córtex são compactas, com poucos espaços intercelulares. As lacunas mais internas são maiores, mas não tão desenvolvidas como as lacunas que ocorrem nos pecíolos das demais espécies. As lacunas não apresentam diafragmas. Internamente ao córtex, ocorre o tecido vascular em crescimento secundário. O tecido cambial é formado por poucas séries de células. Tanto o xilema como o floema são pouco conspícuos, com poucos elementos de condução. A faixa contínua de tecido vascular delimita a medula parenquimática compacta, formada de células isodiamétricas e poucos espaços intercelulares (Fig. 10).

Discussão

Entre as cinco espécies analisadas, quatro espécies (*E. crassipes, E. azurea, P. cordata* e *S. montevidensis*) apresentam folhas com morfologia interna semelhante devido à presença de grandes lacunas, delimitadas por diafragmas. Embora o diafragma varie na forma das células, entre as espécies, a continuidade do sistema vascular é preservada, pela presença dos espaços intercelulares (BLAYLOCK & SEYMOUR 2000).

Outras características comuns entre as folhas das pontederiáceas, são presença de células globosas entre as células do diafragma que GONZALEZ (2002) descreve como células com compostos fenólicos (tanino) e os estilóides pontiagudos que atravessam os diafragmas. Em *S. montevidensis* e *L. peploides* não ocorrem células com compostos fenólicos e/ou estilóides. Entre as espécies estudadas, a folha de *L. peploides* é a única que não possui pecíolo desenvolvido e os tecidos clorofilianos são mais compactos, sem lacunas desenvolvidas. Apesar da diferença de organização do mesofilo, todas as espécies possuem folhas macias (não coriáceas), característica importante no processo de herbivoria do acridídeo.

Os pecíolos das quatro espécies (*E. crassipes, E. azurea, P. cordata* e *S. montevidensis*) também se assemelham em estrutura com a presença marcante do aerênquima. Os diafragmas com estilóides e células com compostos fenólicos também são comuns entre as espécies, com exceção de *S. montevidensis*. Diferente das demais espécies, o caule estolonífero de *L. peploides* possui a maior parte deste órgão ocupado por uma medula parenquimática compacta e o sistema lacunar não é tão desenvolvido como nas demais espécies.

Todas as lacunas observadas nas espécies estudadas devem ser de origem esquizógena, resultado da separação da lamela média entre as células (RAVEN 1996). Apesar da semelhança na estrutura do sistema lacunar, o padrão exato das lacunas pode variar entre espécies do mesmo gênero, podendo servir como critério de identificação (SCULTHORPE 1985). Isto parece mais evidente entre os pecíolos de *P. cordata* e as espécies de *Eichhornia*.

A ocorrência do sistema lacunar em macrófitas tem sido relacionada por vários autores como mecanismo de flutuação e transporte interno de gases. No entanto,

RAVEN (1996) indica outras funções dos espaços lacunares como difusão da luz e associação com organismos (domácias).

Os cristais, assim como os compostos fenólicos, são interpretados como uma estratégia de defesa que as folhas das plantas dispõem contra a herbivoria (TURNER 2001; VOLK et al. 2002). Tais estruturas não parecem, no entanto, ser eficazes em defender as pontederiáceas contra a herbivoria causada por *C. aquaticum*. Os cristais e compostos fenólicos são comumente encontrados em macrófitas aquáticas, juntamente com esclereides e células amilíferas (SCULTHORPE 1985; GONZALEZ 2002).

Vários estudos realizados sobre a especificidade de *C. aquaticum* com diferentes espécies de plantas (HILL & OBERHOLZER 1999; FERREIRA & VASCONCELLOS-NETO 2001; VIEIRA & SANTOS 2003) em condições artificiais indicam que o acridídeo tem preferência por espécies de Pontederiaceae, mais precisamente pelas espécies de *Eichhornia*. No entanto, em condições artificiais e utilizando as espécies separadamente, várias espécies vegetais e não relacionadas filogeneticamente com Pontederiaceae proporcionaram substrato adequado para oviposição e desenvolvimento de *C. aquaticum*, tal como a *Canna indica* (HILL & OBERHOLZER 1999). Em algumas espécies vegetais, o desenvolvimento larval não foi completo. Para indivíduos maduros e com capacidade de vôo, a seletividade alimentar é menos restrita, com preferência por pontederiáceas (FERREIRA & VASCONCELLOS-NETO 2001).

A oviposição em Orthoptera está estreitamente relacionada com a dieta do inseto e a utilização de plantas como substrato de oviposição se dá por gafanhotos que se alimentam de poucas espécies de plantas (STAUFFER & WHITMAN 1997). *Cornops aquaticum* é um inseto oligófago, devido à sua preferência por algumas espécies vegetais. Entretanto, a oviposição de fêmeas e a alimentação de ninfas sobre a vegetação aquática requerem algumas exigências como folhas emergentes e presença de tecido aerenquimático no pecíolo (HILL & OBERHOLZER 1999). *C. aquaticum* alimenta-se de tecidos macios com sua mandíbula específica do tipo parênquima-forvíboro. As ninfas raspam sobre a epiderme foliar e os adultos roem o parênquima (GANGWERE & RONDEROS 1975).

Com base apenas na estrutura anatômica das folhas e dos pecíolos (que são muito semelhantes entre as quatro espécies *E. crassipes, E. azurea, P. cordata* e *S. montevidensis* no que diz respeito à presença de um extensivo sistema lacunar e a ocorrência de folhas emergentes) é possível afirmar que *C. aquaticum* pode utilizar estas espécies como hospedeiras para alimentação e oviposição. A presença de células com compostos fenólicos e cristais de oxalato de cálcio (estilóides) não parece ser impedimento para as atividades reprodutivas e alimentares do acridídeo. As características morfológicas da folha de *L. peploides*, como a ausência de um sistema lacunar bem desenvolvido na folha e no caule estolonífero, assim como a ausência de pecíolos longos, aparentemente não favorecem as atividades reprodutivas do acridídeo, porém, devido à ausência de tecidos de sustentação, as folhas são macias, o que pode favorecer os hábitos alimentares de *C. aquaticum*.

Entretanto, os experimentos em condições artificiais demonstraram que várias espécies com ausência de um sistema lacunar bem desenvolvido também podem servir de substrato para oviposição e alimentação (HILL & & OBERHOLZER 1999; LHANO et al. 2005; VIEIRA & SANTOS 2003). Em algumas das espécies utilizadas come fonte alimentar nestes experimentos (p.ex. *Saccharum officinarum, Oryza sativa*) foi observado o desenvolvimento de ninfas até o 3° e 4° estádio, que danificaram fortemente estas

espécies (LHANO et al. 2005). Isto indica que a presença do sistema lacunar bem desenvolvido não é condição exclusiva para a alimentação, em experimentos de laboratório.

Assim, baseado na anatomia, as espécies vegetais estudadas apresentam potencial para servirem para alimentação e, exceto *L. peploides*, para oviposição de *C. aquaticum*. Porém, sua preferência por pontederiáceas parece envolver diversos fatores além das características anatômicas os quais necessitam de maior investigação. Por exemplo, a composição química das plantas tem sido mencionada como um dos fatores que determinam significativamente a especificidade dos insetos fitófagos, especialmente no processo de oviposição (BERNAYS & CHAPMAN 1994).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná pelo uso do Microscópio Eletrônico de Varredura, a Dra. Maria Celeste Franceschini, Corrientes, Argentina pelo envio de material biológico e aos revisores pelas críticas e sugestões.

Referências Bibliográficas

ADIS, J. & W.J. JUNK (2003): Feeding impact and bionomics of the grasshopper *Cornops aquaticum* on the water hyacinth *Eichhornia crassipes* in Central Amazonian floodplains. - Studies on Neotropical. Fauna Environment **38**(3): 245-249.

ADIS, J., LHANO, M., HILL, M., JUNK, W.J., MARQUES, M.I. & H. OBERHOLZER (2004): What determines the number of juvenile instars in the tropical grasshopper *Cornops aquaticum* (Leptysminae: Acrididae: Orthoptera)? - Studies on Neotropical Fauna Environment **39**(2): 127-132.

BERNAYS, E.A. & R.F. CHAPMAN (1994): Host-plant: selection by phytophagous insects. - Chapman & Hall, New York.

BISCAIA DE MEDEIROS, M.L.M. (1984): Insetos associados à *Eichhornia crassipes* (Mart.) SOLMS-LAUBACH, flutuação sazonal e biologia do *Cornops aquaticum* (BRUNER, 1906), Orthoptera: Acrididae. - M.Sc.-thesis, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

BLAYLOCK, A.J. & R.S. SEYMOUR (2000): Diaphragmatic nets prevent water invasion of gas canals in Nelumbo nucifera. - Aquatic Botany **67**: 53-59.

BOEGER, M.R.T. (1997): Estudo comparativo dos sistemas lacunares de *Eichhornia crassipes* (MART.) SOLMS e *Pistia stratiotes* L. - Brazilian Archives of Biology and Technology **40**(4): 915-925.

FERREIRA, S.A. & J. VASCONCELLOS-NETO (2001): Host plants of the grasshopper *Cornops aquaticum* (BRUNER) (Orthoptera: Acrididae) in the wetland of Poconé, MT, Brazil. - Neotropical Entomology **30**(4): 523-533.

FRANCESCHINI, M.C., ADIS, J., POI DE NEIFF, A.S. & M.L. DE WYSIECKI (2005): Estados de maturación de ovários de lãs hembras de *Cornops aquaticum* BRUNER (Orthoptera: Acrididae) Leptysminae, em uma población de la planície de inundacíon del rio Paraná, Chaco, Argentina. - Comunicaciones Científicas y Tecnológicas da Universidad Nacional Del Nordeste. Resumen B-032.

GANGWERE, S.K. & R. RONDEROS (1975): A synopsis of food selection in Argentina Acridoidea. - Acridida **4**: 173-194.

GONZALEZ, A.M. (2002): Anatomia del vástago em espécies selectas de plantas hidrófitas: 431-450. - In: ARBO, M.M. & S.G. TRESSENS (eds.): Flora del Iberá. Eudenne, Corrientes.

HILL, M.P. & I.G. OBERHOLZER (1999): Host specificity of the grasshopper, *Cornops aquaticum*, a natural enemy of water hyacinth: 349-356. - In: SPENCER, N.R. (ed.): Proceedings of the X International Symposium on biological control of weeds. Montana State University, Bozeman, Montana, USA.

KRAUS, J.E. & M. ARDUIM (1997): Manual básico de métodos em morfologia vegetal. - Edur, Seropédica, RJ, Brasil.

LHANO, M.G., ADIS, J., MARQUES, M.I. & L.D. BATTIROLA (2005): *Cornops aquaticum* BRUNER (Orthoptera, Acrididae, Leptysminae): aceitação de plantas alimentares por ninfas vivendo em *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) no Pantanal Norte, Brasil. - Amazoniana **18**(3/4): 397-404.

LORENZI, H. (2000): Plantas daninhas do Brasil; terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. - Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa.

POTT, V.J. & A. POTT (2000): Plantas aquáticas do Pantanal. - Embrapa, Brasilia.

SANCHES, A.L., CERVI, A.C. & V.J. POTT (2000): Levantamento taxonômico de Pontederiaceae no Pantanal, nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil. - Resumos, III Simpósio sobre os Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal, Corumbá: 1 -31.

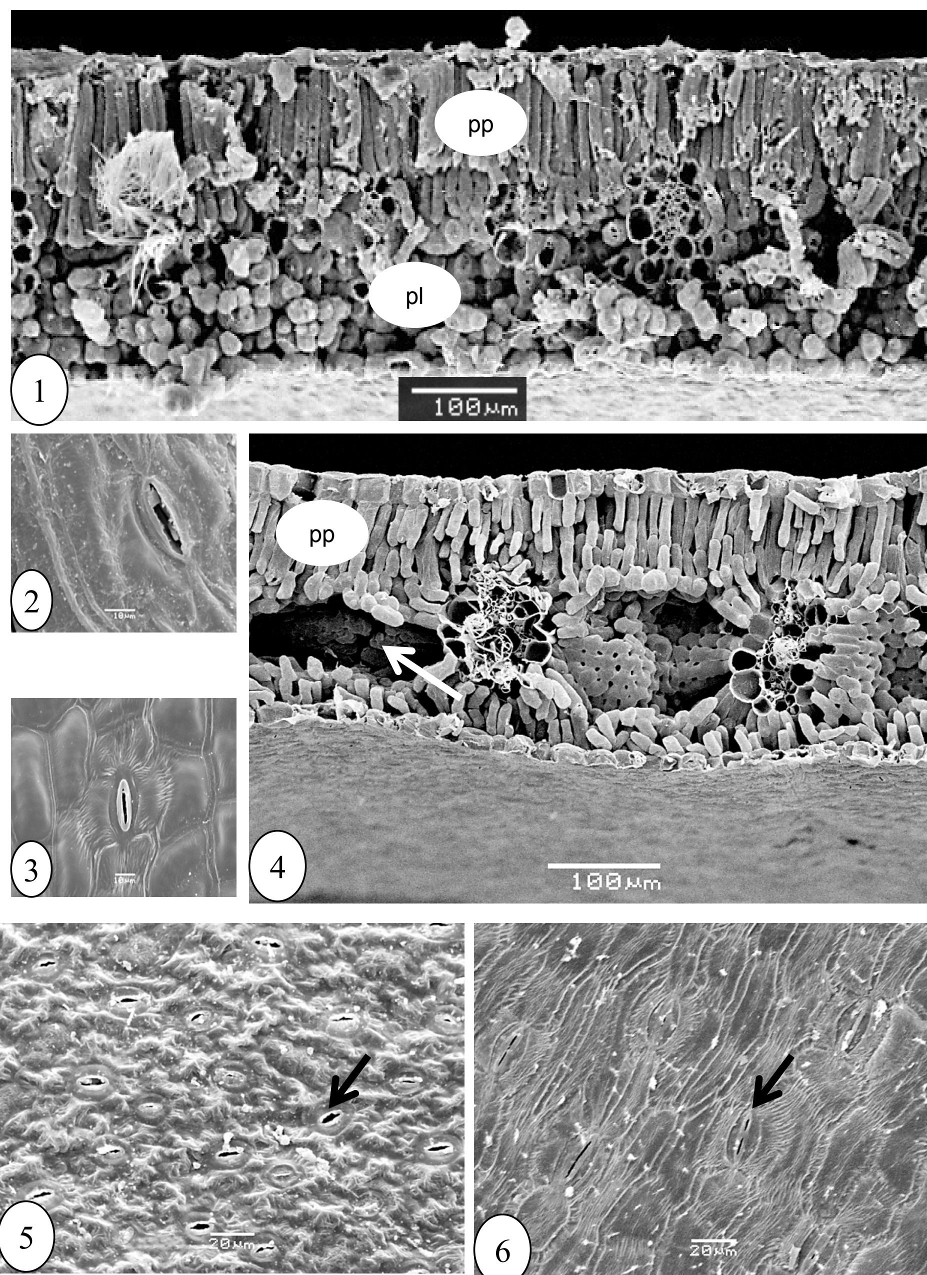
SCULTHORPE, H. (1985):The biology of aquatic vascular plants. - Edward Arnold, London.

STAUFFER, T.W. & WHITMAN, D.W. 1997. Grasshopper oviposition: 231-280. - In: GANGWERE, S.K., MURALIRANGAN, M.C. & M. MURALIRANGAN (eds.): The bionomics of grasshoppers, kaytydids and their kin. CAB International, Wallingford.

TURNER, I.M. (2001): The ecology of trees in the tropical rain forest. - Cambridge University Press, New York.

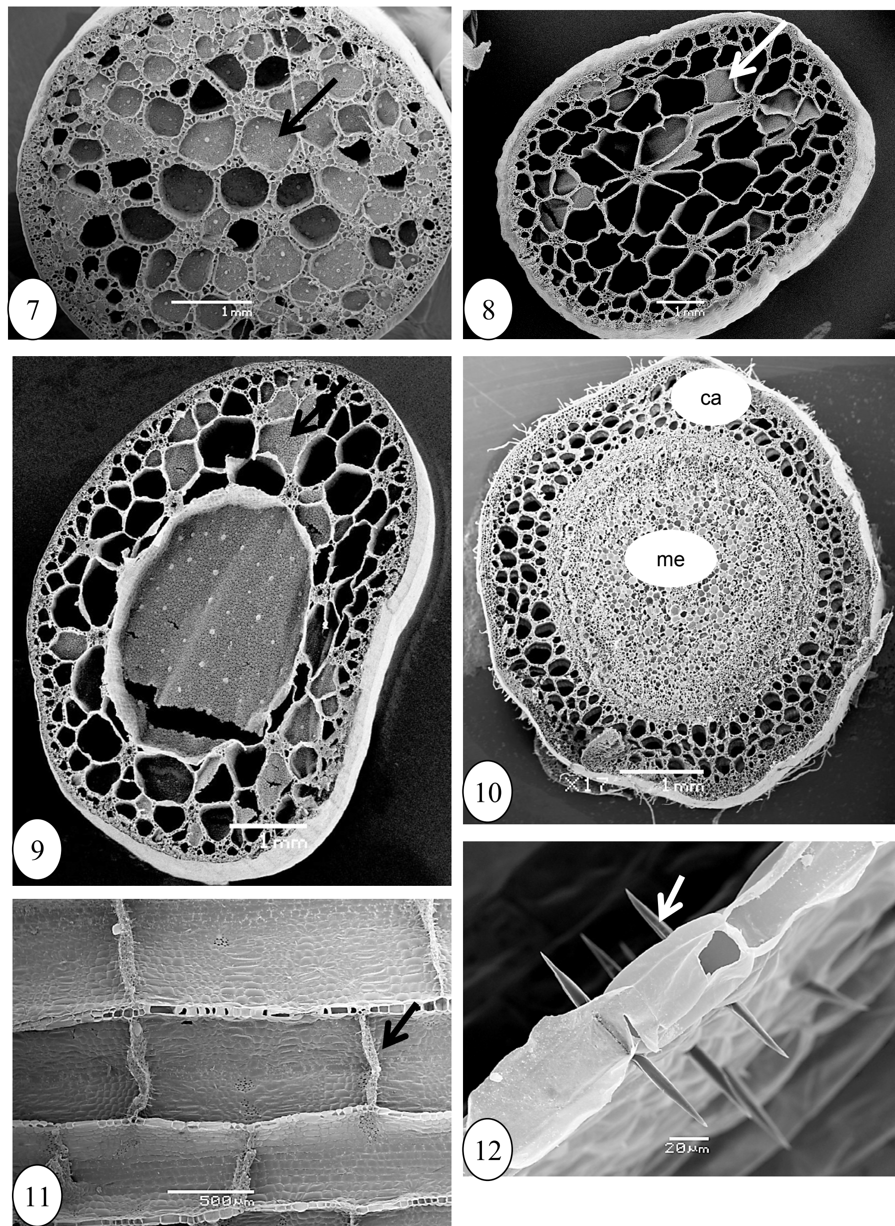
VIEIRA, M. DE F. & A.C. DOS SANTOS (2003): Duração do ciclo de vida de *Cornops aquaticum* (BRUNER, 1906) (Orthoptera: Acrididae: Leptysminae) e aspectos de seu comportamento alimentar na Amazônia central. - Acta Amazonica **33**(4):711-714.

VOLK, G., LYNCH-HOLM, V., KOSTMAN, T. & V.R. FRANCESCHI (2002): The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. - Plant Biology **4**: 34-45.



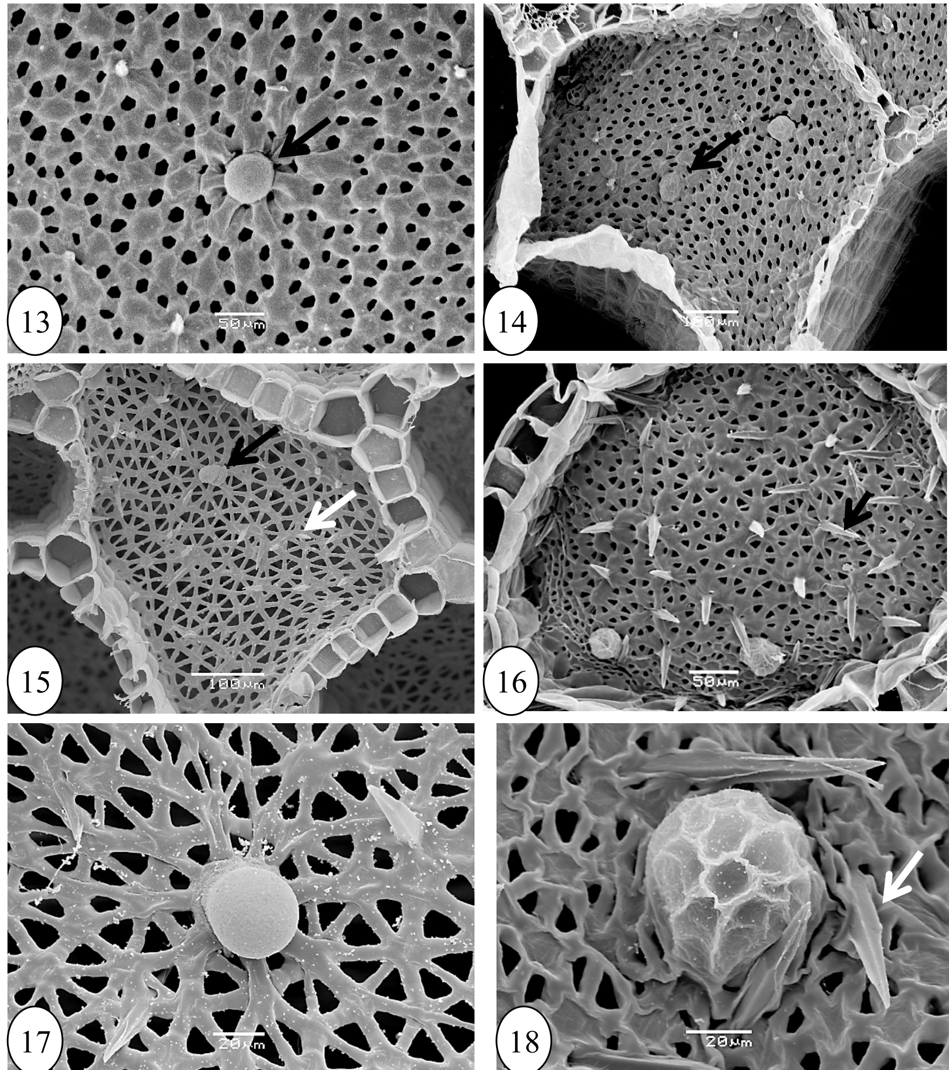
Figs. 1-6:

1: Secção transversal da folha de *Ludwigia peploides* (pp - parênquima paliçádico; pl - parênquima lacunoso); **2**: Detalhe do estômato da epiderme foliar de *Eichhornia azurea*; **3**: Detalhe do estômato da epiderme foliar de *Eichhornia crassipes*; **4**: Secção transversal de folha *Sagittaria montevidensis* (pp - parênquima paliçádico, seta branca indica lacuna); **5**: Superfície foliar da face adaxial da folha de *Ludwigia peploides* (seta preta indica estômato); **6**: Superfície foliar da face adaxial da folha de *Sagitaria montevidensis* (seta preta indica estômato).



Figs. 7-12:

7: Secção transversal do pecíolo de *Eichhornia azurea* (seta preta indica lacuna com diafragma); **8**: Secção transversal do pecíolo de *Sagittaria montevidensis* (seta branca indica lacuna com diafragma); **9**: Secção transversal do pecíolo de *Pontederia cordata* (seta preta indica lacuna com diafragma); **10**: Secção transversal do caule de *Ludwigia peploides* (ca - córtex aerenquimático, me - medula); **11**: Secção longitudinal do pecíolo de *Eichhornia crassipes*, evidenciando as lacunas (seta preta indica diafragma); **12**: Detalhe dos cristais de oxalato de cálcio (estilóides - indicado pela seta branca) cruzando as células do diafragma, em *Eichhornia crassipes*.



Figs. 13-18:

13: Detalhe do diafragma do pecíolo de *Pontederia cordata*, evidenciando célula globosa com tanino (indicada por seta preta); **14**: Detalhe da lacuna do pecíolo de *Pontederia cordata*, evidenciando o diafragma (seta preta indica célula com compostos fenólicos); **15**: Detalhe da lacuna do pecíolo de *Eichhornia crassipes* evidenciando células braciformes (seta preta indica células com compostos fenólicos, seta branca indica estilóide); **16**: Detalhe da lacuna do pecíolo de *Eichhornia azurea* evidenciado as células braciformes do diafragma e cristais de oxalato de cálcio (indicado pela seta preta); **17**: Detalhe do diafragma do pecíolo de *Eichhornia crassipes* com célula globosa com tanino; **18**: Detalhe do diafragma do pecíolo de *Eichhornia azurea* com célula globosa com tanino (seta branca indica estilóide).